

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-075465

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl. G03H 1/26  
G02B 1/11

(21)Application number : 11-250260

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK  
ART NAU:KK

(22)Date of filing : 03.09.1999

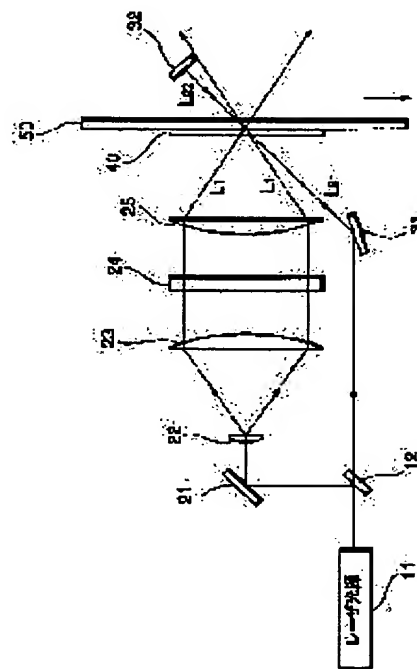
(72)Inventor : TAKEMORI TAMIKI  
KOSAKA MASAOMI  
KON KENJI

## (54) DEVICE AND METHOD FOR FORMING HOLOGRAPHIC STEREOGRAM, AND HOLOGRAPHIC STEREOGRAM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small-sized holographic stereogram forming device capable of separately recording plural elemental holograms with a stable efficiency and preventing the dynamic range of the exposure of photoreceptive material from being narrowed, and to provide the holographic stereogram forming method.

**SOLUTION:** As for the holographic stereogram forming device, laser beam outputted from a laser beam source 11 is branched into two ways by a half mirror 12, one is object light L1, the other is reference light L21. The reference light L21 is reflected by a mirror 31, and a local area on the photoreceptive material 50 defined through the opening of a mask plate 40 is irradiated with the reference light L21. The reference light transmitted through the photoreceptive material 50 is reflected by a mirror 32, and the photoreceptive material 50 is irradiated with the reflected reference light L21 again. As for the reference light L21 made incident from the mirror 31 and the reference light L22 made incident from the mirror 32, the light L21 is made incident on one side of the photoreceptive material 50, the light L22 is made incident on the other side of the material 50, and the light L21 is parallel to the light L22.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The light source which is equipment which body light and a reference beam are made to interfere in two or more partial fields of each on sensitive material, records an element hologram, and creates a holographic stereogram, and outputs the coherent light, While dichotomized with an optical branching means to dichotomize the coherent light outputted from said light source, and said optical branching means, and the coherent light is modulated spatially. A body light generating means to output this modulated coherent light as a body light, The body light optical system to which the partial field on said sensitive material is made to carry out incidence of the body light outputted from said body light generating means, While making said partial field carry out incidence from the same side as the side in which said body light carries out incidence by making into a reference beam the coherent light of another side which dichotomized with said optical branching means The holographic stereogram listing device characterized by having the reference beam optical system to which said partial field is made to carry out incidence of the reference beam which penetrated said partial field from a carrying-out [ said body light ]-in which-incidence, and opposite side.

[Claim 2] Said reference beam optical system is a holographic stereogram listing device according to claim 1 to which the direction which carries out incidence of the reference beam from said same side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from said opposite side are characterized by the mutually parallel thing.

[Claim 3] Said reference beam optical system is a holographic stereogram listing device according to claim 1 to which the direction which carries out incidence of the reference beam from said same side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from said opposite side are characterized by crossing mutually.

[Claim 4] The holographic stereogram listing device according to claim 1 characterized by what an element hologram is simultaneously recorded for on which partial field to which N ( $N \geq 2$ ) unit \*\*\*\*\* and each unit correspond said light source, said optical branching means, said body light generating means, said body light optical system, and said reference beam optical system among two or more partial fields on said sensitive material.

[Claim 5] It is the approach of making body light and a reference beam interfere in two or more partial fields of each on sensitive material, recording an element hologram, and creating a holographic stereogram. Dichotomized, while dichotomized the coherent light outputted from the light source, and the coherent light is modulated spatially. While making said partial field carry out incidence from the same side as the side in which the partial field on said sensitive material is made to carry out incidence by making this modulated coherent light into body light, and said body light carries out incidence by making the coherent light of dichotomous another side into a reference beam The holographic stereogram creation approach characterized by what is made for said partial field to carry out incidence of the reference beam which penetrated said partial field from a carrying-out [ said body light ]-in which-incidence, and opposite side.

[Claim 6] The holographic stereogram creation approach according to claim 5 that the direction which carries out incidence of the reference beam from said same side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from said opposite side are characterized by the mutually parallel thing.

[Claim 7] The holographic stereogram creation approach according to claim 5 that the direction which carries out incidence of the reference beam from said same side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from said opposite side are characterized by crossing mutually.

[Claim 8] The holographic stereogram creation approach according to claim 5 characterized by what the partial field of N ( $N \geq 2$ ) individual is chosen one by one among two or more partial fields on said sensitive

material, and an element hologram is simultaneously recorded for in each partial field of these N individual.  
[Claim 9] The holographic stereogram creation approach according to claim 5 characterized by adding an acid-resisting means to said sensitive material.

[Claim 10] The holographic stereogram characterized by being created by a holographic stereogram listing device given in any 1 term of claims 1-4, or any 1 term of claims 5-9 by the holographic stereogram creation approach of a publication.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the holographic stereogram created by the equipment which records the element hologram of a large number which can reproduce a desired wave front on sensitive material the shape of-dimensional [ 1 ], and in the shape of two-dimensional, and creates the holographic stereogram of the Lippmann mold, the approach and such holographic stereogram listing device, or the approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] A holographic stereogram usually picturizes a photographic subject as a photograph from various directions, modulates a laser beam spatially with these common photographs, records an element hologram on the partial field of the sensitive material for holograms of one sheet by making this modulated laser beam into body light, records such an element hologram for every partial field, and is created. There are a 1-dimensional thing and a two-dimensional thing in such a holographic stereogram. Moreover, since a reconstruction image is observable by the same side as the side to which incidence is carried out to sensitive material from the side from which body light and a reference beam differ mutually, and the illumination light carries out incidence of the holographic stereogram of the Lippmann mold with which an element hologram is recorded and created to sensitive material at the time of playback, it is used, for example as an object for wall tapestries.

[0003] The creation technique of the Lippmann mold holographic stereogram is indicated by reference 1 "JP,3-249686,A", reference 2 "JP,8-286595,A", and reference 3 ""examination about holographic one and the small optical head for 3-D printers using semiconductor laser" besides Yamaguchi, the 2ndHodic lecture meeting lecture collected works, and pp.44-47" (1995).

[0004] Drawing 12 is the explanatory view of the Lippmann mold holographic stereogram creation technique indicated by reference 1. With the equipment shown in this drawing, the laser beam outputted from the laser light source 111 is dichotomized with a half mirror 112, incidence of one side of the dichotomous laser beam is carried out to the space light modulation element 115 through a mirror 113 and a lens system 114 one by one, and incidence of the modulation is carried out to sensitive material 117 through a lens 116 by making a carrier beam laser beam into body light by the space light modulation element 115. Moreover, incidence is carried out to sensitive material 117 from behind through a mirror 118 by making into a reference beam another side of the laser beam which dichotomized with the half mirror 112. The body light and the reference beam which carried out incidence to sensitive material 117 are made to interfere mutually, and an element hologram is recorded. And while changing the image shown to the space light modulation element 115, sensitive material 117 is moved, sequential record of the element hologram is carried out to two or more partial fields of each on sensitive material 117, and the Lippmann mold holographic stereogram is created on sensitive material 117. Thus, an element hologram is recorded in the shape of an array on sensitive material 117 at intervals of 0.3mm - 0.5mm, and the Lippmann mold holographic stereogram is created. Moreover, at the time of playback, by making the incidence of the illumination light carry out in the same direction as the direction of incidence of the above-mentioned reference beam, body playback light occurs from each element hologram on sensitive material 117, and a reconstruction image can be observed by the illumination-light incidence side.

[0005] Drawing 13 is the explanatory view of the Lippmann mold holographic stereogram creation technique indicated by reference 2. With the equipment shown in this drawing, incidence of the body light outputted from the space light modulation element 121 is carried out to sensitive material 123 through a lens 122. Moreover, incidence is carried out to sensitive material 123 from behind by making into a reference

beam light which penetrated sensitive material 123 and was reflected by the reflective mold hologram 124. And while changing the image shown to the space light modulation element 121, sensitive material 123 is moved, sequential record of the element hologram is carried out to two or more partial fields of each on sensitive material 123, and the Lippmann mold holographic stereogram is created on sensitive material 123. [0006] Drawing 14 is the explanatory view of the Lippmann mold holographic stereogram creation technique indicated by reference 3. With the equipment shown in this drawing, the laser beam outputted from the laser light source 131 is dichotomized with a half mirror 132, incidence of one side of the dichotomous laser beam is carried out to the space light modulation element 134 through a lens system 133, and incidence of the modulation is carried out to sensitive material 136 through a lens 135 by making a carrier beam laser beam into body light by the space light modulation element 134. Moreover, incidence is carried out to sensitive material 136 from behind through a mirror 137 and a mirror 138 one by one by making into a reference beam another side of the laser beam which dichotomized with the half mirror 132. At this time, a reference beam passes a part [ finishing / exposure of sensitive material 136 ]. The body light and the reference beam which carried out incidence to sensitive material 136 are made to interfere mutually, and an element hologram is recorded. And while changing the image shown to the space light modulation element 134, sensitive material 136 is moved, sequential record of the element hologram is carried out to two or more partial fields of each on sensitive material 136, and the Lippmann mold holographic stereogram is created on sensitive material 136.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the above-mentioned conventional Lippmann mold holographic stereogram creation technique has the following troubles. That is, with the holographic stereogram creation technique indicated by reference 1, in order to carry out incidence of body light and the reference beam to sensitive material 117 from a mutually different side and to record an element hologram, it is necessary to establish reference beam optical system so that a reference beam may bypass the side of sensitive material 117 and may carry out incidence from behind sensitive material 117. Therefore, a holographic stereogram listing device will become large-sized. In the case of A4 size or A3 size, especially enlargement of a holographic stereogram listing device has a remarkable sensitive material 117.

[0008] A large-sized holographic stereogram listing device tends to gather an oscillation, and the cure to an oscillation is needed. It is one of what [ the ] has the vibratility-proof narrow [ especially the Lippmann mold holographic stereogram / as about 0.1 micrometers ] spacing of an interference fringe and weakest also in various holograms. Then, in order to improve vibratility-proof, a holographic stereogram listing device needs to be taken as heavy structure. Or it is necessary to carry out fixed time amount standby until an oscillation is settled after moving sensitive material to the location which should be exposed, therefore the creation time of a holographic stereogram becomes long.

[0009] reference 2 and reference 3 -- the holographic stereogram creation technique which was alike, respectively and was indicated attains the miniaturization of equipment. That is, with the holographic stereogram creation technique indicated by reference 2, by carrying out incidence to sensitive material 123 from behind by making into a reference beam light which penetrated sensitive material 123 and was reflected by the reflective mold hologram 124, the optical path length of reference beam optical system is shortened, and the miniaturization of equipment is in drawing. Moreover, with the holographic stereogram creation technique indicated by reference 3, by passing a part [ finishing / exposure of a reference beam of sensitive material 136 ], the optical path length of reference beam optical system is shortened, and the miniaturization of equipment is in drawing.

[0010] However, with the holographic stereogram creation technique indicated by reference 2, since the reflected light of the body light modulated by the space light modulation element 121 is made into the reference beam, two or more element holograms of each at the effectiveness which has fixed nature neither in the reinforcement of the reference beam nor distribution, therefore was stabilized are unrecordable.

[0011] Moreover, with the holographic stereogram creation technique indicated by reference 3, since a part [ finishing / exposure of a reference beam of sensitive material 136 ] is passed, in the part which that reference beam passes, two exposure is performed in the case of passage of a mere reference beam in the case of record of an element hologram, since this two exposure is mutually unrelated, fogging will arise and the dynamic range of exposure of sensitive material 136 will be narrowed.

[0012] This invention is made in order to cancel the above-mentioned trouble, it can record two or more element holograms of each at the small and stabilized effectiveness, and aims at offering the holographic stereogram created by the holographic stereogram listing device which does not narrow the dynamic range of exposure of sensitive material, the approach and such holographic stereogram listing device, or the

approach.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The holographic stereogram listing device concerning this invention It is equipment which body light and a reference beam are made to interfere in two or more partial fields of each on sensitive material, records an element hologram, and creates a holographic stereogram, and is (1). The light source which outputs the coherent light, (2) An optical branching means to dichotomize the coherent light outputted from the light source, and (3) While dichotomized with the optical branching means and the coherent light is modulated spatially. A body light generating means to output this modulated coherent light as a body light, (4) Body light optical system to which the partial field on sensitive material is made to carry out incidence of the body light outputted from the body light generating means, (5) While making a partial field carry out incidence from the same side as the side in which body light carries out incidence by making into a reference beam the coherent light of another side which dichotomized with the optical branching means It is characterized by having the reference beam optical system to which a partial field is made to carry out incidence of the reference beam which penetrated the partial field from a carrying-out [ body light ]-in which-incidence, and opposite side.

[0014] The holographic stereogram creation approach concerning this invention It is the approach of making body light and a reference beam interfere in two or more partial fields of each on sensitive material, recording an element hologram, and creating a holographic stereogram. (1) The coherent light outputted from the light source is dichotomized, and it is (2). While dichotomized and the coherent light is modulated spatially. The partial field on sensitive material is made to carry out incidence by making this modulated coherent light into body light, and it is (3). While making a partial field carry out incidence from the same side as the side in which body light carries out incidence by making the coherent light of dichotomous another side into a reference beam It is characterized by what is made for a partial field to carry out incidence of the reference beam which penetrated the partial field from a carrying-out [ body light ]-in which-incidence, and opposite side.

[0015] according to the holographic stereogram listing device or approach concerning these this inventions, the coherent light outputted from the light source dichotomizes with an optical branching means -- having -- the -- in while dichotomizing, become irregular spatially with a body light generating means, the coherent light should be outputted, and this modulated coherent light should pass body light optical system as a body light -- incidence is carried out to the partial field on sensitive material. While carrying out incidence of the coherent light of dichotomous another side to a partial field through reference beam optical system as a reference beam from the same side as the side in which body light carries out incidence, also as for the reference beam which penetrated the partial field, body light carries out incidence of it to a partial field from a carrying-out [ side ]-incidence and opposite side. Thus, by the holographic stereogram listing device or approach concerning this invention, while body light carries out incidence of the reference beam to the partial field of sensitive material from the same side as the side which carries out incidence, body light carries out incidence of it to the partial field of sensitive material also from a carrying-out [ side ]-incidence and opposite side. By doing in this way, a holographic stereogram listing device can be miniaturized, and two or more element holograms of each at the stable effectiveness can be recorded, and the dynamic range of exposure of sensitive material is not narrowed.

[0016] Moreover, by the holographic stereogram listing device or approach concerning this invention, the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned identitas side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned opposite side are characterized by the mutually parallel thing. Moreover, the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned identitas side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned opposite side are characterized by crossing mutually. Since the reflected conjugation playback light progresses in the different direction from playback light even if conjugation playback light is reflected by the interface especially in the case of the latter, the conjugation playback light and playback light which were reflected are not observed simultaneously. Consequently, a reconstruction image is observed by the duplex, there are nothings and playback image quality does not deteriorate.

[0017] Moreover, the holographic stereogram listing device concerning this invention is characterized by what an element hologram is simultaneously recorded for on which partial field to which  $N$  ( $N \geq 2$ ) unit \*\*\*\*\* and each unit correspond the light source, an optical branching means, a body light generating means, body light optical system, and reference beam optical system among two or more partial fields on sensitive material. Moreover, by the holographic stereogram creation approach concerning this invention,

the partial field of  $N$  ( $N \geq 2$ ) individual is chosen one by one among two or more partial fields on sensitive material, and it is characterized by what an element hologram is simultaneously recorded for in each partial field of these  $N$  individual. In this case, since the element hologram of  $N$  individual is simultaneously recordable, the time amount taken to record an element hologram on two or more partial fields of all on sensitive material serves as  $1/N$ , and can be managed in a short time.

[0018] Moreover, by the holographic stereogram creation approach concerning this invention, it is characterized by adding an acid-resisting means to sensitive material. When the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned identical side especially, and the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned opposite side are mutually parallel, it is suitable to add an acid-resisting means. By doing in this way, the echo of the conjugation playback light in the interface of sensitive material and air etc. is reduced, and degradation of the playback image quality observed is prevented.

[0019] The holographic stereogram concerning this invention is characterized by being created by an above-mentioned holographic stereogram listing device or the above-mentioned above-mentioned holographic stereogram creation approach. Two or more element holograms of each at the stable effectiveness are recorded, and this holographic stereogram is excellent in regeneration efficiency.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to an accompanying drawing. In addition, in explanation of a drawing, the same sign is given to the same element, and the overlapping explanation is omitted.

[0021] (1st operation gestalt) The holographic stereogram listing device concerning this invention, an approach, and the 1st operation gestalt of a holographic stereogram are explained first. Drawing 1 is the block diagram of the holographic stereogram listing device concerning the 1st operation gestalt.

[0022] The holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt records two or more element holograms on sensitive material 50, creates a holographic stereogram, and is equipped with a laser light source 11, a half mirror 12, a mirror 21, lenses 22 and 23, the space light modulation element 24, a lens 25, mirrors 31 and 32, and a mask 40. Only the mirror 32 is formed in the rear-face side of sensitive material 50 among these. Moreover, the holographic stereogram listing device has the migration means (not shown) to which the parallel displacement of the sensitive material 50 is made to carry out in the direction parallel to the field of sensitive material 50 one-dimension-wise or two-dimensional.

[0023] A laser light source 11 outputs the laser beam which is the coherent light. A half mirror (optical branching means) 12 inputs the laser beam outputted from the laser light source 11, reflects a part, makes the remainder penetrate, and dichotomizes a laser beam.

[0024] A mirror 21 reflects the laser beam reflected by the half mirror 12. Lenses 22 and 23 carry out incidence of the laser beam which extended the diameter of the flux of light of the laser beam reflected by the mirror 21, and the diameter of the flux of light was able to extend to the space light modulation element 24. The space light modulation element (body light generating means) 24 modulates spatially the laser beam which carried out incidence, and outputs this modulated laser beam as a body light L1. A lens (body light optical system) 25 makes the partial field on the sensitive material 50 to which it was specified by opening of the mask plate 40 condense and carry out incidence of the body light L1 outputted from the space light modulation element 24.

[0025] A mirror 31 reflects the laser beam which penetrated the half mirror 12, and the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40 is made it to carry out incidence as a reference beam L21. The partial field on the sensitive material 50 which was made to reflect the reference beam L21 which penetrated the partial field, and was specified by opening of the mask plate 40 as a reference beam L22 is made to carry out incidence of the mirror 32 again from a rear-face side. Mirrors 31 and 32 constitute reference beam optical system, and carry out incidence of a reference beam L21 and the reference beam L22 to parallel from a reverse side mutually to the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40.

[0026] Next, while explaining actuation of the holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt, the holographic stereogram creation approach concerning this operation gestalt is explained. The laser beam outputted from the laser light source 11 dichotomizes with a half mirror 12. After being reflected by the mirror 21, the diameter of the flux of light can extend the laser beam reflected by the half mirror 12 with lenses 22 and 23, it carries out incidence to the space light modulation element 24, and is outputted by the space light modulation element 24 as a body light L1 in response to a spatial modulation. At this time, the space light modulation element 24 is shown the image according to the partial field on the



sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40. It is condensed with a lens 25 and the body light L1 outputted from the space light modulation element 24 is irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40.

[0027] On the other hand, the laser beam which penetrated the half mirror 12 turns into a reference beam L21. It is reflected by the mirror 31 and this reference beam L21 is irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40. The reference beam L21 which penetrated sensitive material 50 at this time is reflected by the mirror 32, and that reflected reference beam L22 is again irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40.

Incidence of the reference beam L22 which carries out incidence from the reference beam L21 which carries out incidence from a mirror 31, and a mirror 32 is mutually carried out from a reverse side to the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40, and it is mutually parallel.

[0028] If an element hologram is recorded on a certain partial field on sensitive material 50, sensitive material 50 will be moved and an element hologram will be similarly recorded in other partial fields. Thus, the sequential convention of two or more partial fields of each on sensitive material 50 is carried out by opening of the mask plate 40, body light and a reference beam are made to interfere in the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of this mask plate 40, an element hologram is recorded, and a holographic stereogram is created.

[0029] Thus, the holographic stereogram created Besides the interference fringe (henceforth "the 1st interference fringe") recorded by interference with the reference beam L22 and the body light L1 which carry out incidence from the mirror 32 by the side of a rear face The interference fringe recorded by interference with the reference beam L21 and the body light L1 which carry out incidence from the mirror 31 by the side of a front face (henceforth "the 2nd interference fringe"), And the interference fringe (henceforth "the 3rd interference fringe") recorded by interference with the reference beam L21 which carries out incidence from a mirror 31, and the reference beam L22 which carries out incidence from a mirror 32 is also superimposed mutually, and is recorded.

[0030] Next, the playback using the holographic stereogram created by doing in this way is explained. Moreover, each playback is explained at the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting.

[0031] Drawing 2 is the explanatory view of playback of the holographic stereogram at the time of the Lippmann lighting. In this drawing, sensitive material 50 sticks and exists on the front face of a base material 51. Incidence of the illumination light L3 at the time of playback is carried out in the same direction as the direction of incidence of the reference beam L22 which carried out incidence from the mirror 32 at the time of record, and it is irradiated by the whole sensitive material 50 with which the element hologram is recorded. Since the illumination light L3 at the time of this playback is the same wave front as the reference beam L22 at the time of record at this time, the playback light L4 which reproduced the body light L1 is obtained by the 1st interference fringe. Moreover, since the illumination light L3 at the time of this playback is also the conjugate wave of the reference beam L21 at the time of record, the conjugation playback light L5 which is the conjugate wave of the body light L1 is also obtained by the 2nd interference fringe. Furthermore, the playback light (not shown) which reproduced the reference beam L21 is obtained by the 3rd interference fringe.

[0032] Drawing 3 is the explanatory view of playback of the holographic stereogram at the time of the Fresnel lighting. Even in this drawing, sensitive material 50 sticks and exists on the front face of a base material 51. Incidence of the illumination light L3 at the time of playback is carried out in the same direction as the direction of incidence of the reference beam L21 which carried out incidence from the mirror 31 at the time of record, and it is irradiated by the whole sensitive material 50 with which the element hologram is recorded. Since the illumination light L3 at the time of this playback is the same wave front as the reference beam L21 at the time of record at this time, the playback light L4 which reproduced the body light L1 is obtained by the 2nd interference fringe. Moreover, since the illumination light L3 at the time of this playback is also the conjugate wave of the reference beam L22 at the time of record, the conjugation playback light L5 which is the conjugate wave of the body light L1 is also obtained by the 1st interference fringe. Furthermore, the playback light (not shown) which reproduced the reference beam L22 is obtained by the 3rd interference fringe.

[0033] As mentioned above, with this operation gestalt, the reference beam L21 which passed through the partial field on the sensitive material 50 which should record an element hologram is reflected by the mirror 32, it considers as a reference beam L22, and incidence of this reference beam L22 is carried out from the rear-face side of sensitive material 50. That is, the reference beam L22 which carries out incidence from the rear-face side of sensitive material 50 cannot bypass the side of sensitive material 50, and can shorten the



optical path length. Therefore, a holographic stereogram listing device can be miniaturized. And creation time of a holographic stereogram can be shortened by shortening a standby time until an oscillation is settled, after moving sensitive material to the location which it is hard coming to gather an oscillation, the need for a cure over an oscillation should be mitigated, and a small holographic stereogram listing device can make so comparatively light structure, and should be exposed. Moreover, since the reinforcement of a reference beam L22 and distribution are fixed, two or more element holograms of each at the stable effectiveness are recordable. Furthermore, since one exposure is performed in two or more partial fields of each of sensitive material 50, fogging does not arise and the dynamic range of exposure of sensitive material 50 is not narrowed.

[0034] (2nd operation gestalt) Next, the holographic stereogram creation approach concerning this invention and the 2nd operation gestalt of a holographic stereogram are explained.

[0035] At the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting, in each playback, if the conjugation playback light L5 is reflected by the interface of sensitive material 50 and air, or the interface of a base material 51 and air, with the operation gestalt of the above 1st, the conjugation playback light L5 may also be observed for the playback light L4. Drawing 4 is playback of the holographic stereogram at the time of the Lippmann lighting, and the explanatory view of an echo of conjugation playback light. this -- drawing -- being shown -- as -- sensitive material -- 50 -- air -- an interface -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- reflecting -- having -- if -- the -- reflecting -- having had -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- ' -- playback -- light -- L -- four -- being the same -- a side -- progressing -- reflecting -- having had -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- ' -- playback -- light -- L -- four -- simultaneous -- observing -- having -- \*\*\*\*\* . Consequently, a reconstruction image is observed by the duplex and playback image quality deteriorates.

[0036] Then, this operation gestalt adds an antireflection film to sensitive material 50. Drawing 5 - each drawing 7 are the explanatory views of the holographic stereogram concerning the 2nd operation gestalt.

[0037] The holographic stereogram shown in drawing 5 has the layer of sensitive material 50 on a base material 51, and has the antireflection film which becomes order from the 1st layer 52, 2nd layer 53, and 3rd layer 54 on sensitive material 50 further. For example, sensitive material 50 is emulsion 8E75HD of Agfa whose refractive index is 1.63. The 1st layer 52 is a layer of the magnesium oxide (MgO) whose thickness a refractive index is 137.5nm in 1.72. The 2nd layer 53 is a layer of the oxidation hafnium (HfO<sub>2</sub>) whose thickness a refractive index is 275nm in 1.95. Moreover, the 3rd layer 54 is a layer of the magnesium fluoride (MgF<sub>2</sub>) whose thickness a refractive index is 137.5nm in 1.38. The antireflection film which consists of the 1st layer 52, 2nd layer 53, and 3rd layer 54 controls the echo by the interface of sensitive material 50 and air. In addition, an optical absorption layer may be further prepared on the 3rd layer 54.

[0038] The holographic stereogram shown in drawing 6 has the layer of sensitive material 50 on one Men of a base material 51, and the antireflection film which becomes order from the 1st layer 52, 2nd layer 53, and 3rd layer 54 is on Men of another side of a base material 51. For example, the refractive index of a base material 51 is glass of 1.52. The 1st layer 52 is a layer of the alumina (aluminum2O<sub>3</sub>) whose thickness a refractive index is 137.5nm in 1.62. For thickness, a refractive index is [ the 2nd layer 53 / thickness ] the layer of the zirconium dioxide (ZrO<sub>2</sub>) whose refractive index are the layer of the oxidation hafnium (HfO<sub>2</sub>) which is 275nm in 1.95, and is 275nm in 2.0. Moreover, the 3rd layer 54 is a layer of the magnesium fluoride (MgF<sub>2</sub>) whose thickness a refractive index is 137.5nm in 1.38. The antireflection film which consists of the 1st layer 52, 2nd layer 53, and 3rd layer 54 controls the echo by the interface of a base material 51 and air. In addition, an optical absorption layer may be further prepared on the 3rd layer 54.

[0039] The holographic stereogram shown in drawing 7 has the layer of sensitive material 50 on a base material 51, and there are the matching oil layer 55 and black glass 56 on sensitive material 50 in order further. For example, sensitive material 50 is emulsion 8E75HD of Agfa whose refractive index is 1.63. The matching oil layer 55 is the dimethyl silicone oil SH200 of Dow Corning Toray Silicone whose refractive index is 1.52. Moreover, black glass 56 is glass which distributed carbon, and a refractive index is 1.52. The reflection factor in the interface of sensitive material 50 and the matching oil layer 55 is 0.1% or less. Moreover, black glass 56 acts as an optical absorption layer. In addition, a matching oil layer and black glass may be formed in order on a base material 51.

[0040] Degradation of the playback image quality which the echo of the conjugation playback light L5 in the interface of sensitive material 50 and air or the interface of a base material 51 and air is reduced, and is observed in each playback with this operation gestalt by making it above at the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting is prevented.

[0041] (3rd operation gestalt) Next, the holographic stereogram listing device concerning this invention, an

approach, and the 3rd operation gestalt of a holographic stereogram are explained. Drawing 8 is the block diagram of the holographic stereogram listing device concerning the 3rd operation gestalt. if it compares with the case of the 1st operation gestalt -- this operation gestalt -- a reference beam L21 and a reference beam L22 -- it differs in that each direction of incidence crosses.

[0042] The holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt records two or more element holograms on sensitive material 50, creates a holographic stereogram, and is equipped with a laser light source 11, a half mirror 12, a mirror 21, lenses 22 and 23, the space light modulation element 24, a lens 25, mirrors 31-33, and a mask 40. Mirrors 32 and 33 are formed in the rear-face side of sensitive material 50 among these. Moreover, the holographic stereogram listing device has the migration means (not shown) to which the parallel displacement of the sensitive material 50 is made to carry out in the direction parallel to the field of sensitive material 50 one-dimension-wise or two-dimensional.

[0043] A laser light source 11 outputs the laser beam which is the coherent light. A half mirror (optical branching means) 12 inputs the laser beam outputted from the laser light source 11, reflects a part, makes the remainder penetrate, and dichotomizes a laser beam.

[0044] A mirror 21 reflects the laser beam reflected by the half mirror 12. Lenses 22 and 23 carry out incidence of the laser beam which extended the diameter of the flux of light of the laser beam reflected by the mirror 21, and the diameter of the flux of light was able to extend to the space light modulation element 24. The space light modulation element (body light generating means) 24 modulates spatially the laser beam which carried out incidence, and outputs this modulated laser beam as a body light L1. A lens (body light optical system) 25 makes the partial field on the sensitive material 50 to which it was specified by opening of the mask plate 40 condense and carry out incidence of the body light L1 outputted from the space light modulation element 24.

[0045] A mirror 31 reflects the laser beam which penetrated the half mirror 12, and the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40 is made it to carry out incidence as a reference beam L21. The partial field on the sensitive material 50 which was made to reflect the reference beam L21 which penetrated the partial field one by one, and was specified by opening of the mask plate 40 as a reference beam L22 is made to carry out incidence of the mirrors 32 and 33 again from a rear-face side. Mirrors 31-33 constitute reference beam optical system, and they carry out incidence of a reference beam L21 and the reference beam L22 so that it may cross from a reverse side mutually to the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40.

[0046] Next, while explaining actuation of the holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt, the holographic stereogram creation approach concerning this operation gestalt is explained. The laser beam outputted from the laser light source 11 dichotomizes with a half mirror 12. After being reflected by the mirror 21, the diameter of the flux of light can extend the laser beam reflected by the half mirror 12 with lenses 22 and 23, it carries out incidence to the space light modulation element 24, and is outputted by the space light modulation element 24 as a body light L1 in response to a spatial modulation. At this time, the space light modulation element 24 is shown the image according to the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40. It is condensed with a lens 25 and the body light L1 outputted from the space light modulation element 24 is irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40.

[0047] On the other hand, the laser beam which penetrated the half mirror 12 turns into a reference beam L21. It is reflected by the mirror 31 and this reference beam L21 is irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40. The reference beam L22 which the reference beam L21 which penetrated sensitive material 50 at this time was reflected one by one by mirrors 32 and 33, and was reflected by that mirror 33 is again irradiated by the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40. From the reference beam L21 which carries out incidence from a mirror 31, and a mirror 33, incidence of the reference beam L22 which carries out incidence is mutually carried out from a reverse side to the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of the mask plate 40, and it crosses mutually.

[0048] If an element hologram is recorded on a certain partial field on sensitive material 50, sensitive material 50 will be moved and an element hologram will be similarly recorded in other partial fields. Thus, the sequential convention of two or more partial fields of each on sensitive material 50 is carried out by opening of the mask plate 40, body light and a reference beam are made to interfere in the partial field on the sensitive material 50 specified by opening of this mask plate 40, an element hologram is recorded, and a holographic stereogram is created.

[0049] Thus, the holographic stereogram created Besides the interference fringe (henceforth "the 1st

interference fringe") recorded by interference with the reference beam L22 and the body light L1 which carry out incidence from the mirror 33 by the side of a rear face The interference fringe recorded by interference with the reference beam L21 and the body light L1 which carry out incidence from the mirror 31 by the side of a front face (henceforth "the 2nd interference fringe"), And the interference fringe (henceforth "the 3rd interference fringe") recorded by interference with the reference beam L21 which carries out incidence from a mirror 31, and the reference beam L22 which carries out incidence from a mirror 33 is also superimposed mutually, and is recorded.

[0050] Next, the playback using the holographic stereogram created by doing in this way is explained. Moreover, each playback is explained at the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting.

[0051] Drawing 9 is the explanatory view of playback of the holographic stereogram at the time of the Lippmann lighting. In this drawing, sensitive material 50 sticks and exists on the front face of a base material 51. Incidence of the illumination light L3 at the time of playback is carried out in the same direction as the direction of incidence of the reference beam L22 which carried out incidence from the mirror 33 at the time of record, and it is irradiated by the whole sensitive material 50 with which the element hologram is recorded. Since the illumination light L3 at the time of this playback is the same wave front as the reference beam L22 at the time of record at this time, the playback light L4 which reproduced the body light L1 is obtained by the 1st interference fringe. Moreover, the conjugation playback light L5 in which the illumination light L3 at the time of this playback differs in an outgoing radiation include angle from the conjugate wave of the body light L1 by the 2nd interference fringe since whenever [ incident angle ] differs from the conjugate wave of the reference beam L21 at the time of record is also obtained. Furthermore, the playback light (not shown) which reproduced the reference beam L21 is obtained by the 3rd interference fringe.

[0052] Drawing 10 is the explanatory view of playback of the holographic stereogram at the time of the Fresnel lighting. Even in this drawing, sensitive material 50 sticks and exists on the front face of a base material 51. Incidence of the illumination light L3 at the time of playback is carried out in the same direction as the direction of incidence of the reference beam L21 which carried out incidence from the mirror 31 at the time of record, and it is irradiated by the whole sensitive material 50 with which the element hologram is recorded. Since the illumination light L3 at the time of this playback is the same wave front as the reference beam L21 at the time of record at this time, the playback light L4 which reproduced the body light L1 is obtained by the 2nd interference fringe. Moreover, the conjugation playback light L5 in which the illumination light L3 at the time of this playback differs in an outgoing radiation include angle from the conjugate wave of the body light L1 by the 1st interference fringe since whenever [ incident angle ] differs from the conjugate wave of the reference beam L22 at the time of record is also obtained. Furthermore, the playback light (not shown) which reproduced the reference beam L22 is obtained by the 3rd interference fringe.

[0053] As mentioned above, the following effectiveness besides \*\*\*\* is also done so for the effectiveness that the thing of the 1st operation gestalt does so also with this operation gestalt, and the same effectiveness. That is, with this operation gestalt, incidence of the reference beam L21 which carries out incidence to sensitive material 50 from a mirror 31, and the reference beam L22 which carries out incidence to sensitive material 50 from a mirror 33 is carried out from a mutually different side to sensitive material 50, and it crosses mutually. From this, the conjugation playback light L5 differs in an outgoing radiation include angle from the conjugate wave of the body light L1 in any case of the playback at the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting. and -- sensitive material -- 50 -- air -- an interface -- a base material -- 51 -- air -- an interface -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- reflecting -- having had -- \*\*\*\*\* -- the -- reflecting -- having had -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- ' -- playback -- light -- L -- four -- differing -- a direction -- progressing -- since -- reflecting -- having had -- conjugation -- playback -- light -- L -- five -- ' -- playback -- light -- L -- four -- simultaneous -- observing -- having -- things -- there is nothing . Consequently, a reconstruction image is observed by the duplex, there are nothings and playback image quality does not deteriorate.

[0054] (4th operation gestalt) Next, the holographic stereogram listing device concerning this invention and the 4th operation gestalt of an approach are explained. Drawing 11 is the block diagram of the holographic stereogram listing device concerning the 4th operation gestalt. The holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt arranges the units U1-UN of N ( $N \geq 2$ ) unit \*\*\*\*\* and N individual for the thing of the 1st operation gestalt one-dimension-wise or two-dimensional. In addition, it is referred to as  $N = 3$  in drawing 11  $R > 1$ .

[0055] As mentioned already, each unit  $U_n$  ( $n = 1 - N$ ) of the holographic stereogram listing device

concerning the 1st operation gestalt, i.e., the holographic stereogram listing device concerning this operation gestalt, can be miniaturized. For example, if the length of the path is 5mm, the extent by about 30mm as a laser light source 11, size of each unit Un can be set to about 100mm about a direction vertical to sensitive material 50, and can be set to about 30mm about a direction parallel to sensitive material 50. If sensitive material 50 is A4 size (210mmx297mm), as for a mask 40, it will specify 7x10 partial fields simultaneously among many partial fields on sensitive material 50 while two-dimensional array of each unit Un is carried out to seven-line ten trains. And each unit Un records an element hologram on which partial field which corresponds among 7x10 partial fields specified with the mask 40 simultaneously.

[0056] Thus, the holographic stereogram created is the same as that of the thing of the 1st operation gestalt, and each playback of it is the same as that of the case of the 1st operation gestalt at the time of the Lippmann lighting and the Fresnel lighting. Since the element hologram of N individual is simultaneously recordable using the unit of N individual arranged one-dimension-wise or two-dimensional, the time amount taken to record an element hologram on two or more partial fields of all on sensitive material 50 serves as  $1/N$  as compared with the case of the 1st operation gestalt, and can be managed with this operation gestalt in a short time.

[0057] In addition, it is also suitable to prepare an antireflection film and an optical absorption layer on sensitive material 50 or a base material 51 with this operation gestalt as well as the case of the 2nd operation gestalt. Moreover, although each unit UN was made into the holographic stereogram listing device concerning the 1st operation gestalt with this operation gestalt, it is good also as a holographic stereogram listing device concerning the 3rd operation gestalt.

[0058]

[Effect of the Invention] As mentioned above, while body light carries out incidence of the reference beam to the partial field of sensitive material from the same side as the side which carries out incidence according to the holographic stereogram listing device or approach concerning this invention as explained to the detail, body light carries out incidence of the reference beam which penetrated the partial field to the partial field of sensitive material also from a carrying-out [ side ]-incidence and opposite side. By doing in this way, a holographic stereogram listing device can be miniaturized, and two or more element holograms of each at the stable effectiveness can be recorded, and the dynamic range of exposure of sensitive material is not narrowed.

[0059] Moreover, the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned identical side, and the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned opposite side are suitable also for that it is mutually parallel crossing mutually suitably. Since the reflected conjugation playback light progresses in the different direction from playback light even if conjugation playback light is reflected by the interface especially in the case of the latter, the conjugation playback light and playback light which were reflected are not observed simultaneously. Consequently, a reconstruction image is observed by the duplex, there are nothings and playback image quality does not deteriorate.

[0060] Moreover, the holographic stereogram listing device concerning this invention records an element hologram on which partial field to which N ( $N \geq 2$ ) unit \*\*\*\*\* and each unit correspond the light source, an optical branching means, a body light generating means, body light optical system, and reference beam optical system among two or more partial fields on sensitive material simultaneously. Moreover, by the holographic stereogram creation approach concerning this invention, the partial field of N ( $N \geq 2$ ) individual is chosen one by one among two or more partial fields on sensitive material, and an element hologram is simultaneously recorded in each partial field of these N individual. In this case, since the element hologram of N individual is simultaneously recordable, the time amount taken to record an element hologram on two or more partial fields of all on sensitive material serves as  $1/N$ , and can be managed in a short time.

[0061] Moreover, by the holographic stereogram creation approach concerning this invention, it is characterized by adding an acid-resisting means to sensitive material. When the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned identical side especially, and the direction which carries out incidence of the reference beam from the above-mentioned opposite side are mutually parallel, it is suitable to add an acid-resisting means. By doing in this way, the echo of the conjugation playback light in the interface of sensitive material and air etc. is reduced, and degradation of the playback image quality observed is prevented.

[0062] It is created by an above-mentioned holographic stereogram listing device or the above-mentioned above-mentioned holographic stereogram creation approach, two or more element holograms of each at the stable effectiveness are recorded, and the holographic stereogram concerning this invention is excellent in regeneration efficiency.

---

[Translation done.]

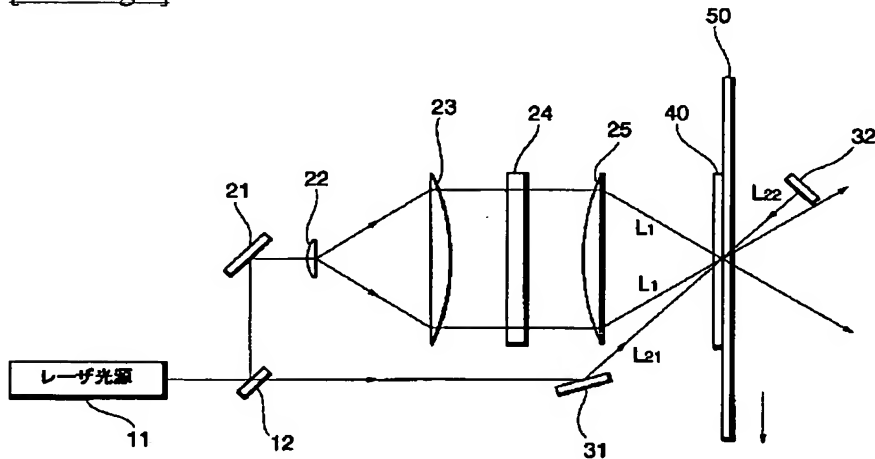
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

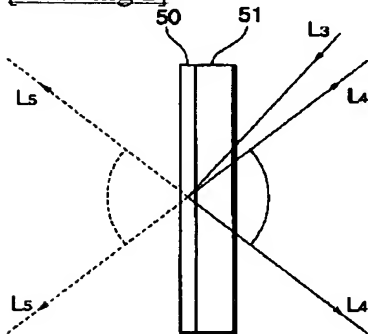
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

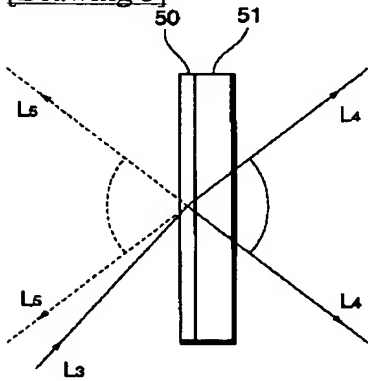
[Drawing 1]



[Drawing 2]

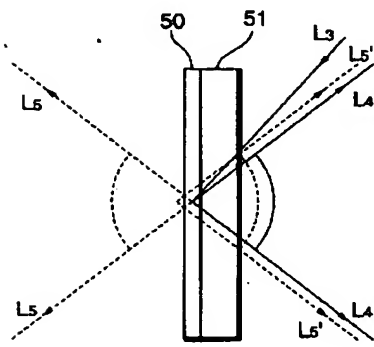


[Drawing 3]

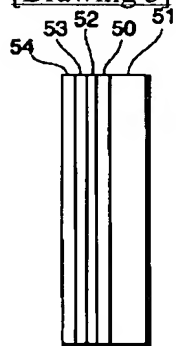


[Drawing 4]

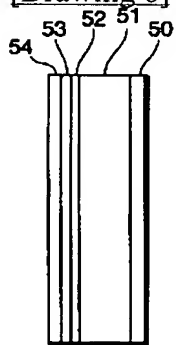




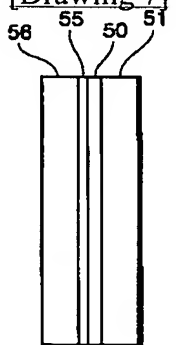
[Drawing 5]



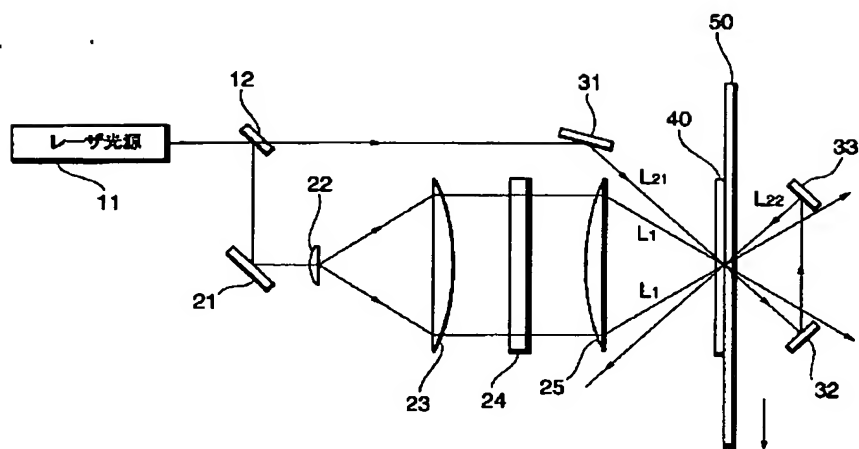
[Drawing 6]



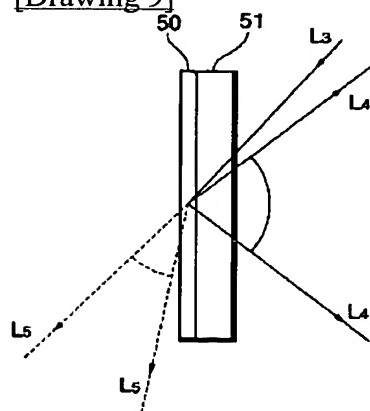
[Drawing 7]



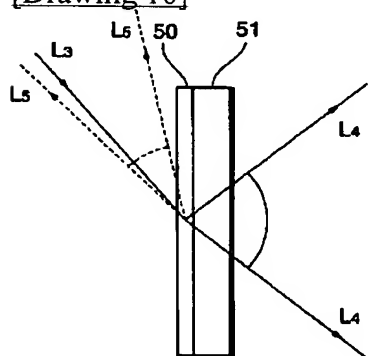
[Drawing 8]



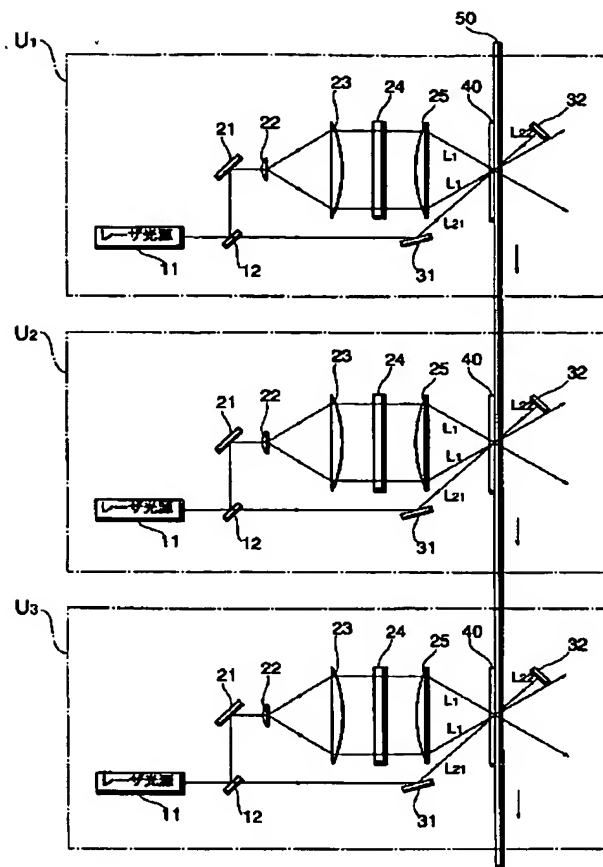
[Drawing 9]



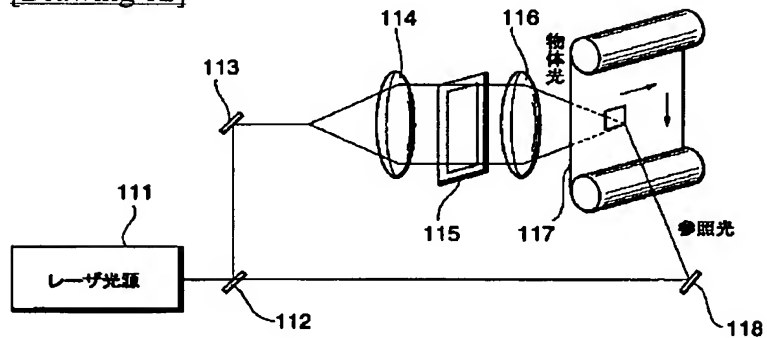
[Drawing 10]



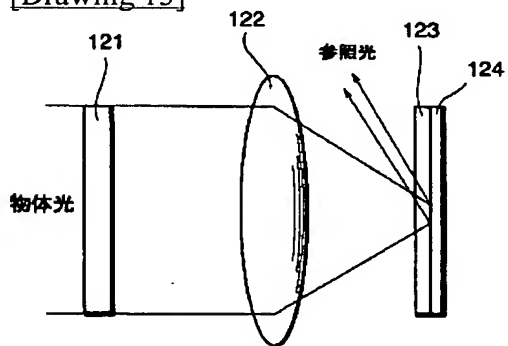
[Drawing 11]



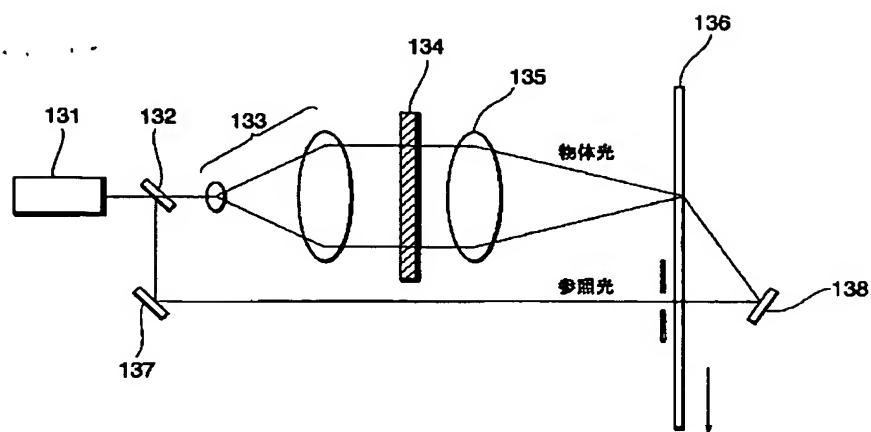
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-075465

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G03H 1/26

G02B 1/11

(21)Application number : 11-250260

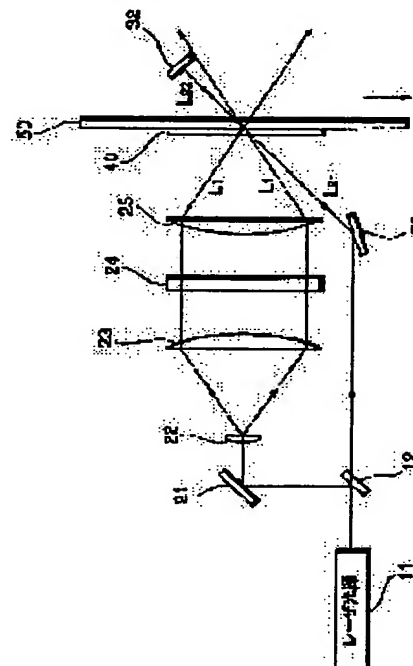
(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK  
ART NAU:KK

(22)Date of filing : 03.09.1999

(72)Inventor : TAKEMORI TAMIKI  
KOSAKA MASAOMI  
KON KENJI**(54) DEVICE AND METHOD FOR FORMING HOLOGRAPHIC STEREOGRAM, AND HOLOGRAPHIC STEREOGRAM****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small-sized holographic stereogram forming device capable of separately recording plural elemental holograms with a stable efficiency and preventing the dynamic range of the exposure of photoreceptive material from being narrowed, and to provide the honographic stereogram forming method.

**SOLUTION:** As for thp holographic stereogram forming device, laser beam outputted from a laser beam source 11 is branched into two ways by a half mirror 12, one is object light L1, the other is reference light L21. The reference light L21 is reflected by a mirror 31, and a local area on the photoreceptive material 50 defined through the opening of a mask plate 40 is irradiated with the reference light L21. The reference light transmitted through the photoreceptive material 50 is reflected by a mirror 32, and the photoreceptive material 50 is irradiated with the reflected reference light L21 again. As for the reference light L21 made incident from the mirror 31 and the reference light L22 made incident from the mirror 32, the light L21 is made incident on one side of the photoreceptive material 50, the light L22 is made incident on the other side of the material 50, and the light L21 is parallel to the light L22.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-75465

(P2001-75465A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 3 H 1/26		G 0 3 H 1/26	2 K 0 0 8
G 0 2 B 1/11		G 0 2 B 1/10	A 2 K 0 0 9

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-250260

(22) 出願日 平成11年9月3日 (1999.9.3)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(71) 出願人 598096337

有限会社アートナウ

青森県むつ市中央2丁目24-2

(72) 発明者 竹森 民樹

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

トニクス株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

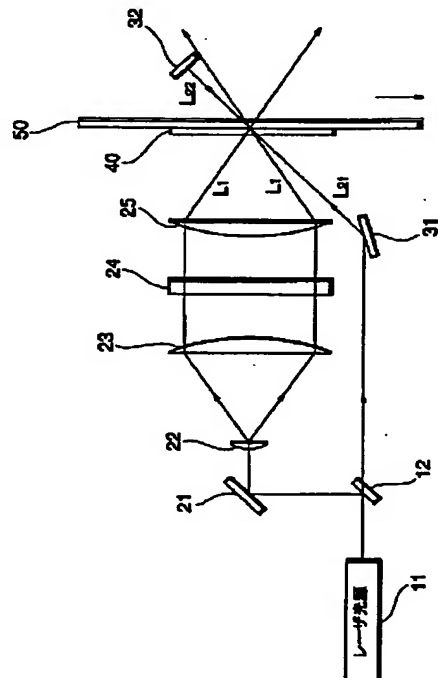
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラフィックステレオグラム作成装置および方法ならびにホログラフィックステレオグラム

## (57) 【要約】

【課題】 小型であって、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができ、感光材料の露出のダイナミックレンジを狭めることがないホログラフィックステレオグラム作成装置および方法などを提供する。

【解決手段】 レーザ光源11から出力されたレーザ光は、ハーフミラー12により2分岐され、一方が物体光L<sub>1</sub>とされ、他方が参照光L<sub>21</sub>となる。参照光L<sub>21</sub>は、ミラー31により反射されて、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に照射される。感光材料50を透過した参照光L<sub>21</sub>はミラー32により反射され、その反射された参照光L<sub>22</sub>は、感光材料50に再び照射される。ミラー31から入射する参照光L<sub>21</sub>およびミラー32から入射する参照光L<sub>22</sub>は、感光材料50に対して互いに逆の側から入射するものであって、互いに平行である。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 感光材料上の複数の局所領域それぞれにおいて物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成する装置であって、

可干渉光を出力する光源と、

前記光源から出力された可干渉光を 2 分岐する光分岐手段と、

前記光分岐手段により 2 分岐された一方の可干渉光を空間的に変調して、この変調された可干渉光を物体光として出力する物体光発生手段と、

前記物体光発生手段から出力された物体光を前記感光材料上の局所領域に入射させる物体光光学系と、

前記光分岐手段により 2 分岐された他方の可干渉光を参照光として、前記物体光が入射する側と同一の側から前記局所領域に入射させるとともに、前記局所領域を透過した参照光を、前記物体光が入射する側と反対の側から前記局所領域に入射させる参照光光学系と、  
を備えることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項 2】 前記参照光光学系は、前記同一の側から参照光を入射させる方向と、前記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに平行であることを特徴とする請求項 1 記載のホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項 3】 前記参照光光学系は、前記同一の側から参照光を入射させる方向と、前記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに交差することを特徴とする請求項 1 記載のホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項 4】 前記光源、前記光分岐手段、前記物体光発生手段、前記物体光光学系および前記参照光光学系を  $N$  ( $N \geq 2$ ) ユニット備えて、各ユニットが前記感光材料上の複数の局所領域のうち対応する何れかの局所領域に要素ホログラムを同時に記録する、ことを特徴とする請求項 1 記載のホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項 5】 感光材料上の複数の局所領域それぞれにおいて物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成する方法であって、

光源から出力された可干渉光を 2 分岐し、

2 分岐された一方の可干渉光を空間的に変調して、この変調された可干渉光を物体光として前記感光材料上の局所領域に入射させ、

2 分岐された他方の可干渉光を参照光として、前記物体光が入射する側と同一の側から前記局所領域に入射させるとともに、前記局所領域を透過した参照光を、前記物体光が入射する側と反対の側から前記局所領域に入射させる、

ことを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成方法。

【請求項 6】 前記同一の側から参照光を入射させる方向と、前記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに平行であることを特徴とする請求項 5 記載のホログラフィックステレオグラム作成方法。

【請求項 7】 前記同一の側から参照光を入射させる方向と、前記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに交差することを特徴とする請求項 5 記載のホログラフィックステレオグラム作成方法。

【請求項 8】 前記感光材料上の複数の局所領域のうち  $N$  ( $N \geq 2$ ) 個の局所領域を順次を選択して、これら  $N$  個の局所領域それぞれにおいて要素ホログラムを同時に記録する、ことを特徴とする請求項 5 記載のホログラフィックステレオグラム作成方法。

【請求項 9】 前記感光材料に反射防止手段を付加することを特徴とする請求項 5 記載のホログラフィックステレオグラム作成方法。

【請求項 10】 請求項 1～4 の何れか 1 項に記載のホログラフィックステレオグラム作成装置または請求項 5～9 の何れか 1 項に記載のホログラフィックステレオグラム作成方法により作成されたことを特徴とするホログラフィックステレオグラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所望の波面を再生することができる多数の要素ホログラムを 1 次元状または 2 次元状に感光材料上に記録してリップマン型のホログラフィックステレオグラムを作成する装置および方法、ならびに、このようなホログラフィックステレオグラム作成装置または方法により作成されたホログラフィックステレオグラムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ホログラフィックステレオグラムは、様々な方向から被写体を普通写真として撮像し、これら普通写真によりレーザ光を空間的に変調し、この変調されたレーザ光を物体光として 1 枚のホログラム用の感光材料の局所領域に要素ホログラムを記録し、このような要素ホログラムを局所領域毎に記録して作成される。このようなホログラフィックステレオグラムには、1 次元のものと 2 次元のものとがある。また、物体光と参照光とが互いに異なる側から感光材料に入射して要素ホログラムが記録されて作成されるリップマン型のホログラフィックステレオグラムは、再生時には、照明光が感光材料に入射する側と同一の側で再生像を観察することができるので、例えば壁掛け用として用いられる。

【0003】リップマン型ホログラフィックステレオグラムの作成技術は、例えば、文献 1「特開平 3-249686 号公報」、文献 2「特開平 8-286595 号公報」、および、文献 3「山口、他、”半導体レーザを用

いたホログラフィック・3-Dプリンタ用小型光学ヘッドに関する検討」、第2回Hodid講演会講演論文集、pp.44-47 (1995)」に開示されている。

【0004】図12は、文献1に記載されたリップマン型ホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。この図に示す装置では、レーザ光源111から出力されたレーザ光をハーフミラー112により2分岐し、2分岐されたレーザ光の一方をミラー113およびレンズ系114を順次を経て空間光変調素子115に入射させ、空間光変調素子115により変調を受けたレーザ光を物体光としてレンズ116を経て感光材料117に入射させる。また、ハーフミラー112により2分岐されたレーザ光の他方を参照光としてミラー118を経て感光材料117に背後から入射させる。感光材料117に入射した物体光および参照光を互いに干渉させて要素ホログラムを記録する。そして、空間光変調素子115に提示する画像を変更するとともに感光材料117を移動させて、感光材料117上の複数の局所領域それぞれに要素ホログラムを順次記録し、感光材料117上にリップマン型ホログラフィックステレオグラムを作成する。このようにして、0.3mm~0.5mm間隔で要素ホログラムが感光材料117上にアレイ状に記録され、リップマン型ホログラフィックステレオグラムが作成される。また、再生時には、上記参照光の入射方向と同じ方向に照明光を入射させることにより、感光材料117上の各要素ホログラムから物体再生光が発生し、照明光入射側で再生像を観察することができる。

【0005】図13は、文献2に記載されたリップマン型ホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。この図に示す装置では、空間光変調素子121から出力された物体光をレンズ122を経て感光材料123に入射させる。また、感光材料123を透過して反射型ホログラム124で反射した光を参照光として感光材料123に背後から入射させる。そして、空間光変調素子121に提示する画像を変更するとともに感光材料123を移動させて、感光材料123上の複数の局所領域それぞれに要素ホログラムを順次記録し、感光材料123上にリップマン型ホログラフィックステレオグラムを作成する。

【0006】図14は、文献3に記載されたリップマン型ホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。この図に示す装置では、レーザ光源131から出力されたレーザ光をハーフミラー132により2分岐し、2分岐されたレーザ光の一方をレンズ系133を経て空間光変調素子134に入射させ、空間光変調素子134により変調を受けたレーザ光を物体光としてレンズ135を経て感光材料136に入射させる。また、ハーフミラー132により2分岐されたレーザ光の他方を参照光として、ミラー137およびミラー138を順次を経て感光材料136に背後から入射させる。このとき、

参照光は、感光材料136の露光済みの部分を通して入射する。感光材料136に入射した物体光および参照光を互いに干渉させて要素ホログラムを記録する。そして、空間光変調素子134に提示する画像を変更するとともに感光材料136を移動させて、感光材料136上の複数の局所領域それぞれに要素ホログラムを順次記録し、感光材料136上にリップマン型ホログラフィックステレオグラムを作成する。

【0007】

10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のリップマン型ホログラフィックステレオグラム作成技術は以下のような問題点を有している。すなわち、文献1に記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術では、物体光と参照光とを互いに異なる側から感光材料117に入射させて要素ホログラムを記録するために、参照光が感光材料117の側方を迂回して感光材料117の背後から入射するように参照光光学系を設ける必要がある。したがって、ホログラフィックステレオグラム作成装置は大型のものとなる。特に感光材料117がA4サイズやA3サイズの場合には、ホログラフィックステレオグラム作成装置の大型化は顕著である。

20 【0008】大型のホログラフィックステレオグラム作成装置は、振動を拾い易く、振動に対する対策が必要となる。特に、リップマン型ホログラフィックステレオグラムは、干渉縞の間隔が0.1μm程度と狭く、種々のホログラムの中でも耐振動性が最も弱いものの1つである。そこで、耐振動性を改善するために、ホログラフィックステレオグラム作成装置は重い構造とする必要がある。或いは、露光すべき位置まで感光材料を移動させた後に振動が収まるまで一定時間待機する必要がある、したがって、ホログラフィックステレオグラムの作成時間が長くなる。

30 【0009】文献2および文献3それぞれに記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術は、装置の小型化を図ったものである。すなわち、文献2に記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術では、感光材料123を透過して反射型ホログラム124で反射した光を参照光として感光材料123に背後から入射させることで、参照光光学系の光路長を短くして、装置の小型化を図っている。また、文献3に記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術では、参照光を感光材料136の露光済みの部分を通してさせることで、参照光光学系の光路長を短くして、装置の小型化を図っている。

40 【0010】しかし、文献2に記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術では、空間光変調素子121により変調された物体光の反射光を参照光としていることから、その参照光の強度や分布に一定性が無く、したがって、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができない。

【0011】また、文献3に記載されたホログラフィックステレオグラム作成技術では、参照光を感光材料136の露光済みの部分を通してることから、その参照光が通過する部分では要素ホログラムの記録の際および単なる参照光の通過の際に2回の露光が行われ、この2回の露光は互いに無関係であるので、カブリが生じて感光材料136の露出のダイナミックレンジを狭めることになる。

【0012】本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、小型であって、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができ、感光材料の露出のダイナミックレンジを狭めることがないホログラフィックステレオグラム作成装置および方法、ならびに、このようなホログラフィックステレオグラム作成装置または方法により作成されたホログラフィックステレオグラムを提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、感光材料上の複数の局所領域それぞれにおいて物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成する装置であって、(1) 可干渉光を出力する光源と、(2) 光源から出力された可干渉光を2分岐する光分岐手段と、(3) 光分岐手段により2分岐された一方の可干渉光を空間的に変調して、この変調された可干渉光を物体光として出力する物体光発生手段と、(4) 物体光発生手段から出力された物体光を感光材料上の局所領域に入射させる物体光光学系と、(5) 光分岐手段により2分岐された他方の可干渉光を参照光として、物体光が入射する側と同一の側から局所領域に入射させるとともに、局所領域を透過した参照光を、物体光が入射する側と反対の側から局所領域に入射させる参照光光学系と、を備えることを特徴とする。

【0014】本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法は、感光材料上の複数の局所領域それぞれにおいて物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成する方法であって、(1) 光源から出力された可干渉光を2分岐し、(2) 2分岐された一方の可干渉光を空間的に変調して、この変調された可干渉光を物体光として感光材料上の局所領域に入射させ、(3) 2分岐された他方の可干渉光を参照光として、物体光が入射する側と同一の側から局所領域に入射させるとともに、局所領域を透過した参照光を、物体光が入射する側と反対の側から局所領域に入射させる、ことを特徴とする。

【0015】これら本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置または方法によれば、光源から出力された可干渉光は光分岐手段により2分岐され、その2分岐された一方の可干渉光が物体光発生手段により空間的に変調されて出力され、この変調された可干渉光が物

体光として物体光光学系を経て感光材料上の局所領域に入射する。2分岐された他方の可干渉光は参照光として、参照光光学系を経て、物体光が入射する側と同一の側から局所領域に入射するとともに、局所領域を透過した参照光も、物体光が入射する側と反対の側から局所領域に入射する。このように、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置または方法では、参照光は、物体光が入射する側と同一の側から感光材料の局所領域に入射するとともに、物体光が入射する側と反対の側からも感光材料の局所領域に入射する。このようにすることにより、ホログラフィックステレオグラム作成装置を小型化することができ、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができ、また、感光材料の露出のダイナミックレンジを狭めることがない。

【0016】また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置または方法では、上記同一の側から参照光を入射させる方向と、上記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに平行であることを特徴とする。また、上記同一の側から参照光を入射させる方向と、上記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに交差することを特徴とする。特に後者の場合には、共役再生光が界面で反射されたとしても、その反射された共役再生光は再生光とは異なる方向に進むので、反射された共役再生光と再生光とが同時に観察されることがない。その結果、再生像が2重に観察されることがなく、再生画質が劣化することもない。

【0017】また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、光源、光分岐手段、物体光発生手段、物体光光学系および参照光光学系を $N$  ( $N \geq 2$ ) ユニット備えて、各ユニットが感光材料上の複数の局所領域のうち対応する何れかの局所領域に要素ホログラムを同時に記録する、ことを特徴とする。また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法では、感光材料上の複数の局所領域のうち $N$  ( $N \geq 2$ ) 個の局所領域を順次を選択して、これら $N$  個の局所領域それぞれにおいて要素ホログラムを同時に記録する、ことを特徴とする。この場合には、 $N$  個の要素ホログラムを同時に記録することができるので、感光材料上の複数の局所領域の全てに要素ホログラムを記録するのに要する時間は $1/N$  となり短時間で済む。

【0018】また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法では、感光材料に反射防止手段を付加することを特徴とする。特に、上記同一の側から参照光を入射させる方向と上記反対の側から参照光を入射させる方向とが互いに平行であるときに、反射防止手段を付加するのが好適である。このようにすることにより、感光材料と空気との界面等での共役再生光の反射が低減され、観察される再生画質の劣化が防止される。

【0019】本発明に係るホログラフィックステレオグラムは、上記のホログラフィックステレオグラム作成装

置または上記のホログラフィックステレオグラム作成方法により作成されたものであることを特徴とする。このホログラフィックステレオグラムは、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれが記録されたものであって、再生効率が優れる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0021】（第1の実施形態）先ず、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置および方法ならびにホログラフィックステレオグラムの第1の実施形態について説明する。図1は、第1の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。

【0022】本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、感光材料50上に複数の要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成するものであって、レーザ光源11、ハーフミラー12、ミラー21、レンズ22、23、空間光変調素子24、レンズ25、ミラー31、32およびマスク40を備える。これらのうちミラー32のみは感光材料50の裏面側に設けられている。また、ホログラフィックステレオグラム作成装置は、感光材料50の面に平行な方向に感光材料50を1次元的または2次元的に平行移動させる移動手段（図示せず）を有している。

【0023】レーザ光源11は、可干渉光であるレーザ光を出力する。ハーフミラー（光分岐手段）12は、レーザ光源11から出力されたレーザ光を入力し、一部を反射させ残部を透過させてレーザ光を2分岐する。

【0024】ミラー21は、ハーフミラー12により反射されたレーザ光を反射させる。レンズ22および23は、ミラー21により反射されたレーザ光の光束径を拡げて、その光束径が拡げられたレーザ光を空間光変調素子24に入射させる。空間光変調素子（物体光発生手段）24は、入射したレーザ光を空間的に変調して、この変調されたレーザ光を物体光 $L_1$ として出力する。レンズ（物体光光学系）25は、空間光変調素子24から出力された物体光 $L_1$ を、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に集光し入射させる。

【0025】ミラー31は、ハーフミラー12を透過したレーザ光を反射させ、参照光 $L_{21}$ として、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に入射させる。ミラー32は、その局所領域を透過した参照光 $L_{21}$ を反射させて参照光 $L_{22}$ として、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に裏面側から再び入射させる。ミラー31および32は、参照光光学系を構成しており、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に対して互いに逆

の側から互いに平行に参照光 $L_{21}$ および参照光 $L_{22}$ を入射させる。

【0026】次に、本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の動作について説明するとともに、本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成方法について説明する。レーザ光源11から出力されたレーザ光は、ハーフミラー12により2分岐される。ハーフミラー12により反射されたレーザ光は、ミラー21により反射された後に、レンズ22および23により光束径が拡げられて空間光変調素子24に入射し、空間光変調素子24により空間的な変調を受けて物体光 $L_1$ として出力される。このとき、空間光変調素子24には、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に応じた画像が提示されている。空間光変調素子24から出力された物体光 $L_1$ は、レンズ25により集光され、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に照射される。

【0027】一方、ハーフミラー12を透過したレーザ光は参照光 $L_{21}$ となる。この参照光 $L_{21}$ は、ミラー31により反射されて、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に照射される。このとき感光材料50を透過した参照光 $L_{21}$ はミラー32により反射され、その反射された参照光 $L_{22}$ は、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に再び照射される。ミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ およびミラー32から入射する参照光 $L_{22}$ は、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に対して互いに逆の側から入射するものであって、互いに平行である。

【0028】感光材料50上の或る局所領域に要素ホログラムを記録すると、感光材料50を移動させて、他の局所領域でも同様にして要素ホログラムを記録する。このようにして、感光材料50上の複数の局所領域それぞれをマスク板40の開口により順次規定し、このマスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域において物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録して、ホログラフィックステレオグラムを作成する。

【0029】このようにして作成されるホログラフィックステレオグラムは、裏面側のミラー32から入射する参照光 $L_{22}$ と物体光 $L_1$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第1の干渉縞」という）の他に、表面側のミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ と物体光 $L_1$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第2の干渉縞」という）、および、ミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ とミラー32から入射する参照光 $L_{22}$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第3の干渉縞」という）も、互いに重畳して記録されたものである。

【0030】次に、このようにして作成されたホログラフィックステレオグラムを用いた再生について説明す

る。また、リップマン照明時およびフレネル照明時それぞれの再生について説明する。

【0031】図2は、リップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。この図では、感光材料50は支持体51の表面上に密着して存在している。再生時の照明光 $L_3$ は、記録時にミラー32から入射した参照光 $L_{22}$ の入射方向と同一の方向に入射するものであって、要素ホログラムが記録されている感光材料50の全体に照射される。このとき、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{22}$ と同一波面であることから、第1の干渉縞により、物体光 $L_1$ を再生した再生光 $L_4$ が得られる。また、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{21}$ の共役波でもあることから、第2の干渉縞により、物体光 $L_1$ の共役波である共役再生光 $L_5$ も得られる。さらに、第3の干渉縞により、参照光 $L_{21}$ を再生した再生光（図示せず）が得られる。

【0032】図3は、フレネル照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。この図でも、感光材料50は支持体51の表面上に密着して存在している。再生時の照明光 $L_3$ は、記録時にミラー31から入射した参照光 $L_{21}$ の入射方向と同一の方向に入射するものであって、要素ホログラムが記録されている感光材料50の全体に照射される。このとき、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{21}$ と同一波面であることから、第2の干渉縞により、物体光 $L_1$ を再生した再生光 $L_4$ が得られる。また、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{22}$ の共役波でもあることから、第1の干渉縞により、物体光 $L_1$ の共役波である共役再生光 $L_5$ も得られる。さらに、第3の干渉縞により、参照光 $L_{22}$ を再生した再生光（図示せず）が得られる。

【0033】以上のように、本実施形態では、要素ホログラムを記録すべき感光材料50上の局所領域を通過した参照光 $L_{21}$ をミラー32で反射させて参照光 $L_{22}$ とし、この参照光 $L_{22}$ を感光材料50の裏面側より入射させる。すなわち、感光材料50の裏面側より入射する参照光 $L_{22}$ は、感光材料50の側方を迂回することがなく、光路長を短くすることができる。したがって、ホログラフィックステレオグラム作成装置を小型化することができる。そして、小型のホログラフィックステレオグラム作成装置は、振動を拾い難くなり、振動に対する対策の必要性が軽減され、それ故、比較的軽い構造とすることができ、また、露光すべき位置まで感光材料を移動させた後に振動が収まるまでの待機時間を短くすることで、ホログラフィックステレオグラムの作成時間を短くすることができる。また、参照光 $L_{22}$ の強度や分布が一定であるので、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができる。さらに、感光材料50の複数の局所領域それぞれで1回の露光が行われるので、カブリが生じることがなく、感光材料50の露出のダイナミックレンジを狭めることがない。

【0034】（第2の実施形態）次に、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法およびホログラフィックステレオグラムの第2の実施形態について説明する。

【0035】上記第1の実施形態では、リップマン照明時およびフレネル照明時それぞれの再生において、感光材料50と空気との界面や支持体51と空気との界面で共役再生光 $L_5$ が反射されると、再生光 $L_4$ とともに共役再生光 $L_5$ も観察される場合がある。図4は、リップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生および共役再生光の反射の説明図である。この図に示すように、感光材料50と空気との界面で共役再生光 $L_5$ が反射されると、その反射された共役再生光 $L_5'$ は再生光 $L_4$ と同一の側に進み、反射された共役再生光 $L_5'$ と再生光 $L_4$ とが同時に観察されることになる。その結果、再生像が2重に観察され、再生画質が劣化する。

【0036】そこで、本実施形態は、感光材料50に対して反射防止膜を付加したものである。図5～図7それぞれは、第2の実施形態に係るホログラフィックステレオグラムの説明図である。

【0037】図5に示すホログラフィックステレオグラムは、支持体51の上に感光材料50の層があり、更に感光材料50の上に順に第1の層52、第2の層53および第3の層54からなる反射防止膜がある。例えば、感光材料50は、屈折率が1.63であるアグファ社の乳剤8E75HDである。第1の層52は、屈折率が1.72で膜厚が137.5nmである酸化マグネシウム(MgO)の層である。第2の層53は、屈折率が1.95で膜厚が275nmである酸化ハフニウム(HfO<sub>2</sub>)の層である。また、第3の層54は、屈折率が1.38で膜厚が137.5nmであるフッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)の層である。第1の層52、第2の層53および第3の層54からなる反射防止膜は、感光材料50と空気との界面での反射を抑制する。なお、第3の層54の上に更に光吸収層を設けてもよい。

【0038】図6に示すホログラフィックステレオグラムは、支持体51の一方の面上に感光材料50の層があり、支持体51の他方の面上に順に第1の層52、第2の層53および第3の層54からなる反射防止膜がある。例えば、支持体51は、屈折率が1.52のガラスである。第1の層52は、屈折率が1.62で膜厚が137.5nmであるアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の層である。第2の層53は、屈折率が1.95で膜厚が275nmである酸化ハフニウム(HfO<sub>2</sub>)の層、または、屈折率が2.0で膜厚が275nmである酸化ジルコニウム(ZrO<sub>2</sub>)の層である。また、第3の層54は、屈折率が1.38で膜厚が137.5nmであるフッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)の層である。第1の層52、第2の層53および第3の層54からなる反射防止膜は、支持体51と空気との界面での反射を抑制する。なお、第



3の層54の上に更に光吸収層を設けてもよい。

【0039】図7に示すホログラフィックステレオグラムは、支持体51の上に感光材料50の層があり、更に感光材料50の上に順にマッチングオイル層55および黒色ガラス56がある。例えば、感光材料50は、屈折率が1.63であるアグファ社の乳剤8E75HDである。マッチングオイル層55は、屈折率が1.52である東レダウコーニングシリコン社のジメチルシリコンオイルSH200である。また、黒色ガラス56は、カーボンを分散したガラスであって屈折率が1.52である。感光材料50とマッチングオイル層55との界面での反射率は0.1%以下である。また、黒色ガラス56は、光吸収層として作用する。なお、支持体51の上に順にマッチングオイル層および黒色ガラスを設けてもよい。

【0040】以上のようにすることで、本実施形態では、リップマン照明時およびフレネル照明時それぞれの再生において、感光材料50と空気との界面や支持体51と空気との界面での共役再生光 $L_1$ の反射が低減され、観察される再生画質の劣化が防止される。

【0041】（第3の実施形態）次に、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置および方法ならびにホログラフィックステレオグラムの第3の実施形態について説明する。図8は、第3の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。第1の実施形態の場合と比較すると、本実施形態では、参照光 $L_{21}$ および参照光 $L_{22}$ それぞれの入射方向が交差している点異なる。

【0042】本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、感光材料50上に複数の要素ホログラムを記録してホログラフィックステレオグラムを作成するものであって、レーザ光源11、ハーフミラー12、ミラー21、レンズ22、23、空間光変調素子24、レンズ25、ミラー31～33およびマスク40を備える。これらのうちミラー32および33は感光材料50の裏面側に設けられている。また、ホログラフィックステレオグラム作成装置は、感光材料50の面に平行な方向に感光材料50を1次元的または2次元的に平行移動させる移動手段（図示せず）を有している。

【0043】レーザ光源11は、可干渉光であるレーザ光を出力する。ハーフミラー（光分岐手段）12は、レーザ光源11から出力されたレーザ光を入力し、一部を反射させ残部を透過させてレーザ光を2分岐する。

【0044】ミラー21は、ハーフミラー12により反射されたレーザ光を反射させる。レンズ22および23は、ミラー21により反射されたレーザ光の光束径を拡げて、その光束径が拡げられたレーザ光を空間光変調素子24に入射させる。空間光変調素子（物体光発生手段）24は、入射したレーザ光を空間的に変調して、この変調されたレーザ光を物体光 $L_1$ として出力する。レ

ンズ（物体光光学系）25は、空間光変調素子24から出力された物体光 $L_1$ を、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に集光し入射させる。

【0045】ミラー31は、ハーフミラー12を透過したレーザ光を反射させ、参照光 $L_{21}$ として、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に入射させる。ミラー32および33は、その局所領域を透過した参照光 $L_{21}$ を順次に反射させて参照光 $L_{22}$ として、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に裏面側から再び入射させる。ミラー31～33は、参照光光学系を構成しており、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に対して互いに逆の側から互いに交差するように参照光 $L_{21}$ および参照光 $L_{22}$ を入射させる。

【0046】次に、本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の動作について説明するとともに、本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成方法について説明する。レーザ光源11から出力されたレーザ光は、ハーフミラー12により2分岐される。ハーフミラー12により反射されたレーザ光は、ミラー21により反射された後に、レンズ22および23により光束径が拡げられて空間光変調素子24に入射し、空間光変調素子24により空間的な変調を受けて物体光 $L_1$ として出力される。このとき、空間光変調素子24には、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に応じた画像が提示されている。空間光変調素子24から出力された物体光 $L_1$ は、レンズ25により集光され、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に照射される。

【0047】一方、ハーフミラー12を透過したレーザ光は参照光 $L_{21}$ となる。この参照光 $L_{21}$ は、ミラー31により反射されて、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に照射される。このとき感光材料50を透過した参照光 $L_{21}$ はミラー32および33により順次に反射され、そのミラー33により反射された参照光 $L_{22}$ は、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に再び照射される。ミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ およびミラー33から入射する参照光 $L_{22}$ は、マスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域に対して互いに逆の側から入射するものであって、互いに交差する。

【0048】感光材料50上の或る局所領域に要素ホログラムを記録すると、感光材料50を移動させて、他の局所領域でも同様にして要素ホログラムを記録する。このようにして、感光材料50上の複数の局所領域それぞれをマスク板40の開口により順次規定し、このマスク板40の開口により規定された感光材料50上の局所領域において物体光と参照光とを干渉させて要素ホログラムを記録して、ホログラフィックステレオグラムを作成

する。

【0049】このようにして作成されるホログラフィックステレオグラムは、裏面側のミラー33から入射する参照光 $L_{22}$ と物体光 $L_1$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第1の干渉縞」という）の他に、表面側のミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ と物体光 $L_1$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第2の干渉縞」という）、および、ミラー31から入射する参照光 $L_{21}$ とミラー33から入射する参照光 $L_{22}$ との干渉により記録される干渉縞（以下「第3の干渉縞」という）も、互いに重畳して記録されたものである。

【0050】次に、このようにして作成されたホログラフィックステレオグラムを用いた再生について説明する。また、リップマン照明時およびフレネル照明時それぞれの再生について説明する。

【0051】図9は、リップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。この図では、感光材料50は支持体51の表面上に密着して存在している。再生時の照明光 $L_3$ は、記録時にミラー33から入射した参照光 $L_{22}$ の入射方向と同一の方向に入射するものであって、要素ホログラムが記録されている感光材料50の全体に照射される。このとき、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{22}$ と同一波面であることから、第1の干渉縞により、物体光 $L_1$ を再生した再生光 $L_4$ が得られる。また、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{21}$ の共役波とは入射角度が異なることから、第2の干渉縞により、物体光 $L_1$ の共役波とは出射角度が異なる共役再生光 $L_5$ も得られる。さらに、第3の干渉縞により、参照光 $L_{21}$ を再生した再生光（図示せず）が得られる。

【0052】図10は、フレネル照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。この図でも、感光材料50は支持体51の表面上に密着して存在している。再生時の照明光 $L_3$ は、記録時にミラー31から入射した参照光 $L_{21}$ の入射方向と同一の方向に入射するものであって、要素ホログラムが記録されている感光材料50の全体に照射される。このとき、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{21}$ と同一波面であることから、第2の干渉縞により、物体光 $L_1$ を再生した再生光 $L_4$ が得られる。また、この再生時の照明光 $L_3$ は、記録時の参照光 $L_{22}$ の共役波とは入射角度が異なることから、第1の干渉縞により、物体光 $L_1$ の共役波とは出射角度が異なる共役再生光 $L_5$ も得られる。さらに、第3の干渉縞により、参照光 $L_{22}$ を再生した再生光（図示せず）が得られる。

【0053】以上のように、本実施形態でも第1の実施形態のものが奏する効果と同様の効果を奏す他、以下のような効果をも奏する。すなわち、本実施形態では、ミラー31から感光材料50に入射する参照光 $L_{21}$ と、ミラー33から感光材料50に入射する参照光 $L_{22}$ とは、

感光材料50に対して互いに異なる側から入射して、互いに交差するようになっている。このことから、リップマン照明時およびフレネル照明時の何れの再生の際にも、共役再生光 $L_5$ は、物体光 $L_1$ の共役波とは出射角度が異なる。そして、感光材料50と空気との界面や支持体51と空気との界面で共役再生光 $L_5$ が反射されたとしても、その反射された共役再生光 $L_5'$ は再生光 $L_4$ とは異なる方向に進むので、反射された共役再生光 $L_5'$ と再生光 $L_4$ とが同時に観察されることがない。その結果、再生像が2重に観察されることがなく、再生画質が劣化することもない。

【0054】（第4の実施形態）次に、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置および方法の第4の実施形態について説明する。図11は、第4の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、第1の実施形態のものをN（ $N \geq 2$ ）ユニット備えて、N個のユニット $U_1 \sim U_N$ を1次元または2次元的に配列したものである。なお、図11では $N=3$ としてある。

【0055】既述したように、第1の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置、すなわち、本実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の各ユニット $U_n$ （ $n=1 \sim N$ ）は、小型化が可能である。例えば、レーザ光源11として長さが30mm程度で径が5mm程度程度のものを用いれば、各ユニット $U_n$ のサイズは、感光材料50に垂直な方向について100mm程度とすることができ、感光材料50に平行な方向について30mm程度とすることができる。感光材料50がA4サイズ（210mm×297mm）であれば、各ユニット $U_n$ は、7行10列に2次元配列されるとともに、マスク40は、感光材料50上の多数の局所領域のうち7×10個の局所領域を同時に規定する。そして、各ユニット $U_n$ は、マスク40により規定された7×10個の局所領域のうち対応する何れかの局所領域に要素ホログラムを同時に記録する。

【0056】このようにして作成されるホログラフィックステレオグラムは、第1の実施形態のものと同様であり、リップマン照明時およびフレネル照明時それぞれの再生も第1の実施形態の場合と同様である。本実施形態では、1次元または2次元的に配列されたN個のユニットを用いてN個の要素ホログラムを同時に記録することができるので、感光材料50上の複数の局所領域の全てに要素ホログラムを記録するのに要する時間は、第1の実施形態の場合と比較すると1/Nとなり短時間で済む。

【0057】なお、本実施形態でも、第2の実施形態の場合と同様に、感光材料50または支持体51の上に反射防止膜や光吸収層を設けるのも好適である。また、各ユニット $U_n$ は、本実施形態では第1の実施形態に係る

ホログラフィックステレオグラム作成装置としたが、第3の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置としてもよい。

#### 【0058】

【発明の効果】以上、詳細に説明したとおり、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置または方法によれば、参照光は、物体光が入射する側と同一の側から感光材料の局所領域に入射するとともに、その局所領域を透過した参照光は、物体光が入射する側と反対の側からも感光材料の局所領域に入射する。このようにすることにより、ホログラフィックステレオグラム作成装置を小型化することができ、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれを記録することができ、また、感光材料の露出のダイナミックレンジを狭めることがない。

【0059】また、上記同一の側から参照光を入射させる方向と、上記反対の側から参照光を入射させる方向とが、互いに平行であるのが好適であり、また、互いに交差するのも好適である。特に後者の場合には、共役再生光が界面で反射されたとしても、その反射された共役再生光は再生光とは異なる方向に進むので、反射された共役再生光と再生光とが同時に観察されることがない。その結果、再生像が2重に観察されることがなく、再生画質が劣化することもない。

【0060】また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成装置は、光源、光分岐手段、物体光発生手段、物体光光学系および参照光光学系をN ( $N \geq 2$ ) ユニット備えて、各ユニットが感光材料上の複数の局所領域のうち対応する何れかの局所領域に要素ホログラムを同時に記録する。また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法では、感光材料上の複数の局所領域のうちN ( $N \geq 2$ ) 個の局所領域を順次を選択して、これらN個の局所領域それぞれにおいて要素ホログラムを同時に記録する。この場合には、N個の要素ホログラムを同時に記録することができるので、感光材料上の複数の局所領域の全てに要素ホログラムを記録するのに要する時間は $1/N$ となり短時間で済む。

【0061】また、本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成方法では、感光材料に反射防止手段を付加することを特徴とする。特に、上記同一の側から参照光を入射させる方向と上記反対の側から参照光を入射させる方向とが互いに平行であるときに、反射防止手段を付加するのが好適である。このようにすることにより、感光材料と空気との界面等での共役再生光の反射が低減

され、観察される再生画質の劣化が防止される。

【0062】本発明に係るホログラフィックステレオグラムは、上記のホログラフィックステレオグラム作成装置または上記のホログラフィックステレオグラム作成方法により作成されたものであって、安定した効率で複数の要素ホログラムそれぞれが記録されたものであり、再生効率が優れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。

【図2】第1の実施形態におけるリップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。

【図3】第1の実施形態におけるフレネル照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。

【図4】リップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生および共役再生光の反射の説明図である。

【図5】第2の実施形態に係るホログラフィックステレオグラムの説明図である。

【図6】第2の実施形態に係るホログラフィックステレオグラムの説明図である。

【図7】第2の実施形態に係るホログラフィックステレオグラムの説明図である。

【図8】第3の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。

【図9】第3の実施形態におけるリップマン照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。

【図10】第3の実施形態におけるフレネル照明時のホログラフィックステレオグラムの再生の説明図である。

【図11】第4の実施形態に係るホログラフィックステレオグラム作成装置の構成図である。

【図12】従来のホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。

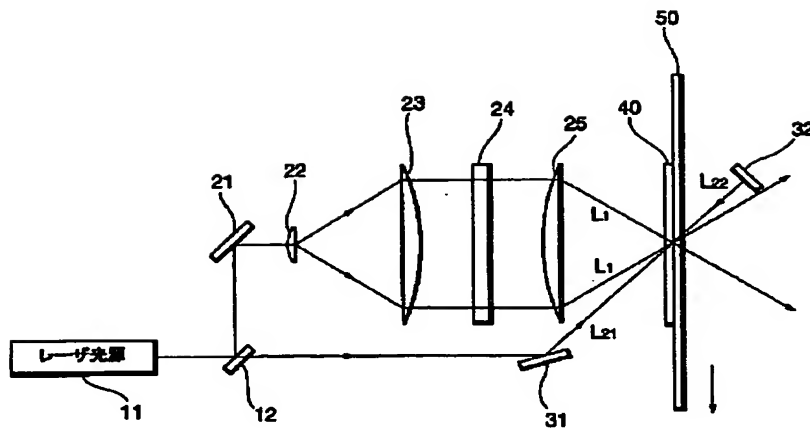
【図13】従来のホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。

【図14】従来のホログラフィックステレオグラム作成技術の説明図である。

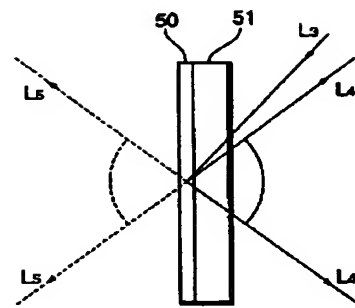
#### 【符号の説明】

11…レーザ光源、12…ハーフミラー、21…ミラー、22、23…レンズ、24…空間光変調素子、25…レンズ、31～33…ミラー、40…マスク、50…感光材料、51…支持体、L1…物体光、L21、L22…参照光、L3…照明光、L4…再生光、L5…共役再生光。

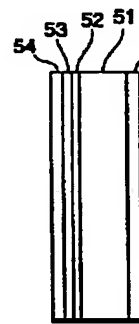
【图 1】



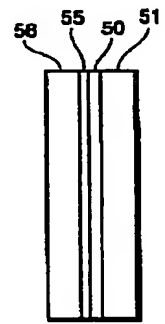
【图2】



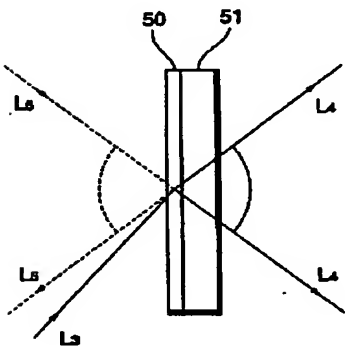
【图6】



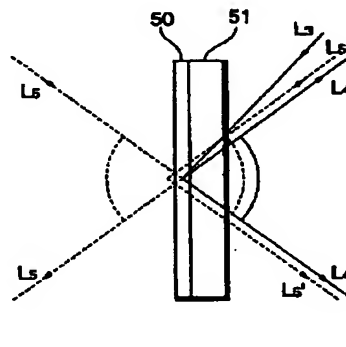
【图7】



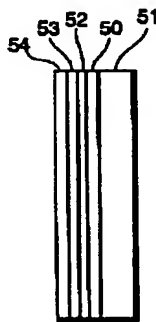
【图3】



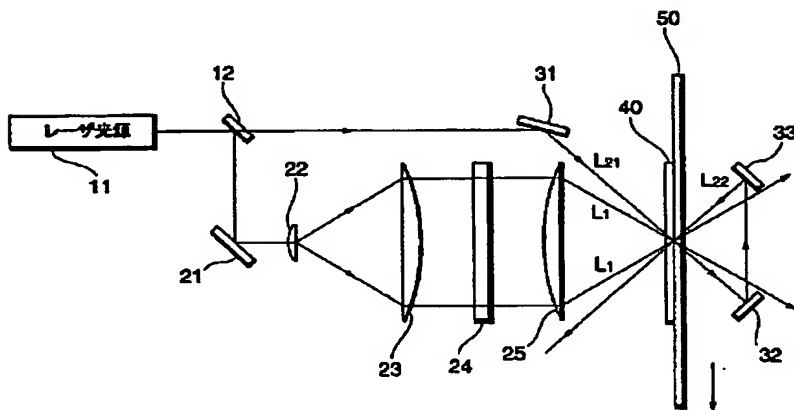
【図4】



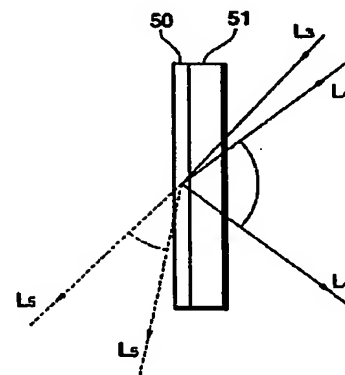
【图 5】



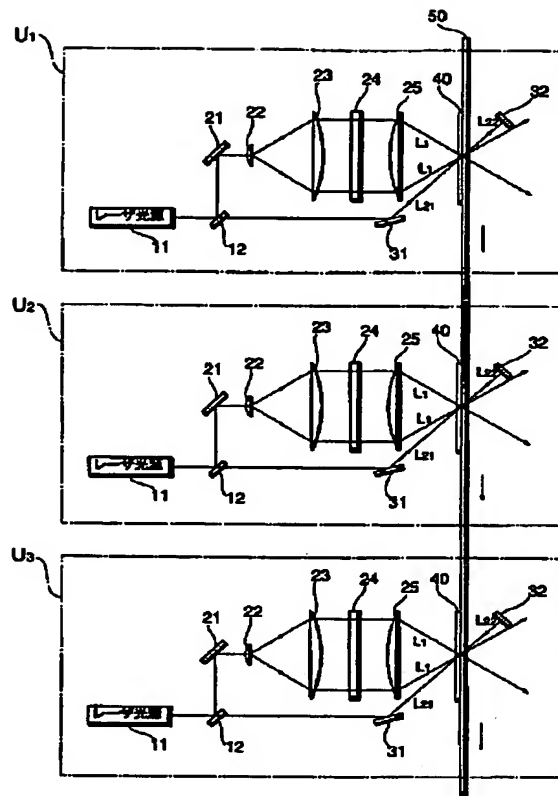
【图8】



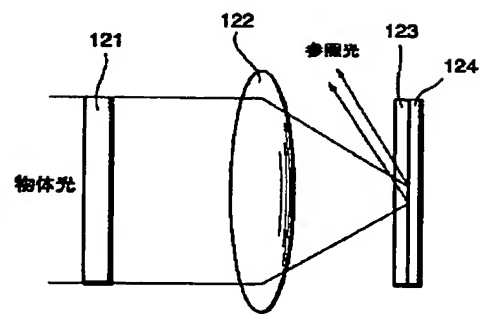
【图9】



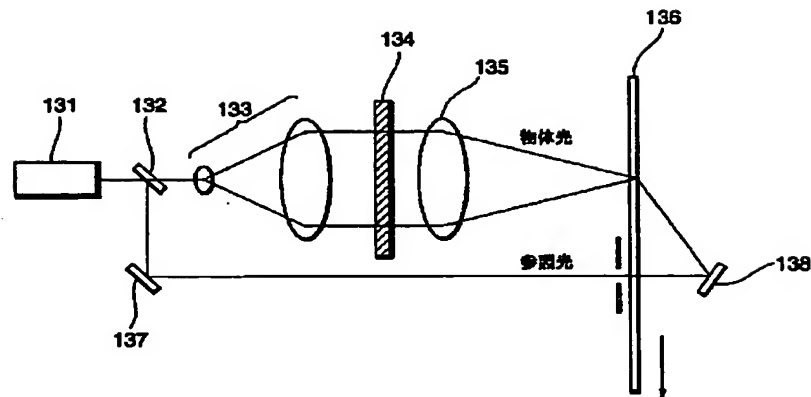
【例 1 1】



【图 1 3】



【図14】




---

フロントページの続き

(72)発明者 高坂 正臣  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内

(72)発明者 今 健次  
 青森県むつ市中央2丁目24-2 有限会社  
 アートナウ内

Fターム(参考) 2K008 AA07 AA08 BB06 CC01 DD03  
 DD12 EE01 FF07 HH01 HH06  
 2K009 AA06 BB11 CC03 CC06